

ВЛИЯНИЕ ОТЖИГА НА ТЕНЗОМАГНИТОРЕЗИСТИВНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК С ОДНОНАПРАВЛЕННОЙ АНИЗОТРОПИЕЙ

Кудюков Е.В.*, Балымов К.Г., Васьковский В.О.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: e.v.kudyukov@urfu.ru

EFFECT OF ANNEALING ON STRESS-MAGNETORESISTANCE PROPERTIES OF FILMS WITH UNIDIRECTIONAL ANISOTROPY

Kudyukov E.V.*, Balymov K.G., Vas'kovskiy V.O.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. In this work, the effect of thermomagnetic processing on the magnetoresistance of $\text{Fe}_{10}\text{Ni}_{90}$ and $\text{Co}_{20}\text{Ni}_{80}$ films with unidirectional anisotropy under conditions of controlled elastic deformation (stress-magnetoresistive effect) is investigated. The optimization of film properties for the purpose of using them as a sensor environment for mechanical force sensors has been carried out.

Важной отличительной чертой современного материаловедения функциональных материалов является ориентация на комбинаторное использование нескольких взаимосвязанных физических явлений. В частности, определённое сочетание анизотропной магнитострикции и анизотропии магнитосопротивления (АМС) в магнитоупорядоченных веществах приводит к так называемому тензотензорезистивному эффекту (ТМР) [1]. Пленки, обладающие данным эффектом, можно рассматривать как перспективную сенсорную среду для датчиков давления и деформаций. При комнатной температуре наибольшие значения АМС (более 4%) характерны для сплавов 3d-металлов, в частности, $\text{Co}_{20}\text{Ni}_{80}$ и $\text{Fe}_{10}\text{Ni}_{90}$. Данные сплавы так же имеют достаточно высокую отрицательную магнитострикцию (~ 20 p.p.m.). Однако последнее приводит к повышенному магнитному гистерезису, что отрицательно сказывается на эксплуатационных свойствах сенсорной среды. Минимизацию этого недостатка можно ожидать в многослойных плёночных структурах с однонаправленной анизотропией в функциональных слоях. Данная работа посвящена исследованию влияния термомагнитной обработки на тензотензорезистивные свойства многослойных плёнок с ферромагнитными слоями $\text{Co}_{20}\text{Ni}_{80}$ или $\text{Fe}_{10}\text{Ni}_{90}$, в которых однонаправленная анизотропия реализована за счёт обменной связи с антиферромагнитным слоем FeMn.

Методом магнетронного напыления получены пленочные структуры типа $\text{Ta}(5)/\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}(5)/\text{FeMn}(20)/X(L)$, где $X = \text{Fe}_{10}\text{Ni}_{90}$, $\text{Co}_{20}\text{Ni}_{80}$, а в скобках указаны толщины слоев в нм. При этом толщина ферромагнитных слоёв L варьировалась в пределах $40 \div 80$ нм. Плёнки формировались на стеклянных подложках Corning толщиной 0,2 мм в однородном магнитном поле параллельном их плоскости. Блок слоев $\text{Ta}/\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}/\text{FeMn}$ выполнял роль источника обменного смещения в функциональных слоях. Отжиг производился в вакууме сразу после напыления

плёнок в течение 1 часа. Температура отжига варьировалась в пределах 100-400°C. Тензомагниторезистивные свойства полученных структур измерялись на специализированной установке ЕМРD-2 в условиях контролируемой деформации. Гистерезисные свойства контролировались по магнитооптическим петлям гистерезиса, измеренным с помощью Керр-микроскопа Evico-magnetics.

В результате представлены систематические экспериментальные данные, показывающие, что отжиг существенно влияет на ТМР-свойства многослойных плёнок. На их основе определены оптимальные условия термомагнитной обработки, которые, в частности, позволяют увеличить чувствительность пленочных элементов к деформации более чем на 100% при минимальном гистерезисе полезного сигнала.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта «УМНИК», договор №11988ГУ/2017 от 04.07.2017.

1. Balymov K.G., Kudryukov E.V. et al., KnE, 11-16 (2016).

MAGNETIZATION CONFIGURATIONS IN SOFT MAGNETIC Fe-Nb-Cu-Si-B FILMS WITH PERIODIC NANOSCALE CURVATURE

Kulesh N.^{1*}, Mikhalytsyna E.A.¹, Bolyachkin A.¹

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

*E-mail: nikita.kulesh@urfu.ru

Barrier layers of porous alumina were used as substrates for depositing the Finemet alloy providing a flexible control over the curvature parameters. Investigation of macroscopic and local magnetization processes on samples with curvature diameter of 105 and 320 nm revealed the increased coercivity comparing to the flat films with similar magnetization reversal mechanism. The conditions for vortices formation were determined using micromagnetic modelling and verified experimentally.

Introduction of the curvature to the planar surface in a controlled way provides a new possibility of functionalization by tailoring the geometry rather than material properties. This approach makes possible topologically driven magnetization distribution which is particularly useful in many emerging areas of spintronics and magnonics [1]. Curvilinear geometry at nanoscale leads to a variety of exotic configurations including skyrmionic systems, vortices, and magnonic crystals [2]. In this work we investigate magnetization processes in thin films deposited onto the substrates with nanoscale curvature, consisting of hexagonally-packed semispheres with precisely controlled parameters. To determine and verify the conditions for the appearance of vortex-like configurations we employed micromagnetic modelling as well a variety of experimental methods.